

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/25



ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

(za obdobje 1. 1. 2009 - 31. 12. 2014)

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0191	
Naslov programa	Kemijsko inženirstvo Chemical engineering	
Vodja programa	14126 Matjaž Krajnc	
Obseg raziskovalnih ur (vključno s povečanjem financiranja v letu 2014)	22053	
Cenovni razred		
Trajanje programa	01.2009 - 12.2014	
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	103	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
	792	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2	TEHNIKA
	2.02	Kemijsko inženirstvo
Družbeno-ekonomski cilj	06.	Industrijska proizvodnja in tehnologija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2	Tehniške in tehnološke vede
	2.04	Kemijsko inženirstvo

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Povzetek raziskovalnega programa¹

SLO

Osnovno vodilo pri določanju raziskovalnih vsebin programske skupine je razvoj stroke, poglobljanje znanj, ki vnašajo sodobne vsebine v raziskovalni in posredno študijski program, in mednarodna uveljavitev. Smatramo, da mora vsebina programa vsebovati tiste elemente, ki bodo omogočali osvajanje in integracijo novih znanj ter strokovno odličnost programske skupine. Zaradi bistvenih sprememb na slovenskem in svetovnem tržišču, ki so posledica vse večjih potreb po tehnološko naprednih materialih, večje ekološke osveščenosti in večjih zahtev po varnosti zaposlenih in potrošnikov, se mora razvoj kemijsko inženirske stroke tako kot razvoj kemijske in procesne industrije nadgrajevati na specifičnih kompleksnih sistemih, ki zahtevajo obvladovanje znanj, tako na procesnem kot na produktnem področju. Razvoj takšnih znanj zahteva integriran multidisciplinaren sistematičen pristop, ki bo omogočil modeliranje kompleksnih, simultanih in ponavadi povezanih transportnih fenomenov in kinetičnih procesov, ki potekajo na različnih nivojih od molekularnega do industrijskega merila. Zato je vsebinsko izhodišče programa Kemijsko inženirstvo: *študij transportnih pojavov v heterogenih reakcijsko-difuzijskih sistemih, ki vključuje matematično-fizikalni zapis procesov na različnih nivojih opazovanja od molekularnega do makroskopskega, razvoj nelinearnih sistemov za opis procesov ter razvoj produktov za aplikacije, ki zahtevajo podrobno poznavanje kompleksnih transportnih mehanizmov*. Raziskovalni program omogoča tovrsten integriran multidisciplinaren sistematičen pristop, s katerim je mogoče razvijati osnovna kemijsko inženirska znanja in jih aplicirati na specifičnih kemijsko inženirskih področjih, kot so kemijsko procesno inženirstvo z reologijo, polimerno inženirstvo, biokemijsko inženirstvo in ekološko inženirstvo. Raziskovalni program je usklajen z usmeritvami Ministrstva za financiranje raziskovalnih programov, v katerih so posebej izpostavljene naslednje tematske prioritete s področja kemijskega inženirstva: raziskovanje materialov, novih proizvodnih postopkov in tehnologij ter raziskave, vpete v razvojne potrebe slovenskih podjetij. Ob tem je upoštevano tudi dejstvo, da morajo biti področje, obseg in rezultati raziskav podlaga za kvalitetno izvedbo prenovljenega študijskega programa Kemijsko inženirstvo.

ANG

The main issues of program content are to develop chemical engineering profession, to deepen the knowledge, which enable incorporation of modern contents and concepts in the research and new study program, and to reach international relevant results. The program content and concept includes crucial elements, which make possible achievement and integration of new knowledge and professional excellence of program group. However, chemical and related industries are evolving considerably because of unprecedented market demands and constrain stemming from public concern over environmental and safety issues, and sustainable considerations. At the same time the same market demands new technological demanding products. To respond to these demands several challenges are faced by the chemical and process industries and therefore chemical engineering science itself, involving complex systems both at the process and at the product scale. Therefore, the development of necessary knowledge requires an integrated multidisciplinary systematic approach, which enables modeling of complex, simultaneous and usually correlated transport phenomena and kinetic processes occurring at different levels, from molecular to industrial. Based on these facts the program contains the following research topics: Studies of transport phenomena in heterogeneous reaction-diffusion systems, which include mathematical and physical description of processes at different levels of observation, from molecular to macroscopic, development of nonlinear systems for process description, and tailor-made product development for specific applications, which requires detailed knowledge of complex transport mechanisms. These research contents enable the integrated multidisciplinary systematic approach, the development of fundamental chemical engineering science knowledge and its application in the specific fields or branches of chemical engineering, such as chemical process engineering with rheology, polymer engineering, biochemical engineering and environmental engineering. The contents are in accordance with directives of Slovenian Ministry for financing research programs. The directives give priority to the following research fields of chemical engineering: new materials, new production methods and technologies relevant for Slovenian industry. At the same time it was taken into account that the proposed research fields, contents, extent, and research results must support and have an essential effect on successful realization of new Undergraduate and Graduate Study Program of Chemical Engineering.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu, (vključno s predloženim dopolnjenim programom dela v primeru povečanja financiranja raziskovalnega programa v letu 2014)²

SLO

Kemijsko procesno inženirstvo z reologijo: Opis raziskovanja: Mikroreaktorska tehnologija (modeliranje dvofaznega toka mešljivih in nemešljivih fluidov v mikrokanalih, numerična analiza nelinearnih sistemov za mikroreaktorje nepravilnih oblik, integracija naprav, kinetika biotransformacijskih procesov z raztopljenimi in imobiliziranimi biokatalizatorji v mikroreaktorju brez in z uporabo ionskih tekočin, razvoj encimskih in celičnih imobilizacijskih tehnik za mikrokanale, modeliranje in optimizacija procesov v mikroreaktorju, prenos toplote in fluidna dinamika v mikrostrukturiranih napravah, optimizacija in implementacija koncepta "numbering-up", optimizacija stabilnosti biokatalizatorjev v mikroreaktorju, odziv mikrobnega stresa v različnih pogojih); Diskretno modeliranje delovanja kolone z mehurčki v prisotnosti ne-newtonskega medija; Eksperimentalna študija hidrodinamskih in kinetično-adsorpcijskih parametrov kolone z ekspandiranim slojem; Izolacija aktivnih farmacevtskih učinkovin (membrane za nanofiltracijo glede na topljenec in topilo, testi obstojnosti membrane, analitske metode, raziskave fluksov in zadrževalnih faktorjev, matematično modeliranje, primerjava procesov); Reološko kompleksne tekočine (izpopolnitev baze podatkov hidrodinamskih parametrov raztopin s poudarjeno elastično komponento, karakterizacija reoloških lastnosti ne-Newtonskih medijev, razvoj in vpeljava eksperimentalne tehnike snemanja časovno odvisnih 3D eksperimentalnih podatkov hidrodinamskih parametrov ter hitrosti snovnega transporta v dvofaznih sistemih, reološki modeli za opis strižno odvisnega obnašanja reološko kompleksnih tekočin na osnovi eksperimentalnih podatkov, uporaba reoloških podatkov pri študiju notranje strukture v heterogenih sistemih.). Uporaba: Lek d.d., DARS d.d.-Družba za avtoceste RS, Trimo Trebnje d.d. Sodelovanje s tujimi partnerji: Bilaterali Slovenija-Ciper (2009-2010), Slovenija-Ciper (2011-2013).

Polimerno inženirstvo: Opis raziskovanja: Raziskave na področju mikronikapsulacije (mehanizem, vpliv procesnih parametrov na proces in produkt, kinetični in transportni pojavi); Sinteza, karakterizacija in optimizacija procesa sinteze akrilatnih lepil (novo nanokompozitno lepilo, nova UV zamrežljiva lepila, razvoj in optimizacija kontinuirnega sistema za radiacijsko zamrežljiva PSA lepila, pilotna naprava in matematično modeliranje); Sinteza, priprava in karakterizacija nanokompozitnih materialov; Sinteza, karakterizacija in optimizacija procesa sinteze polisiloksanskih emulzij (šaržni in polšaržni proces, mehanizem polimerizacije); Sinteza, karakterizacija in optimizacija procesa sinteze različnih formaldehidnih smol (optimizacija sestave in lastnosti produkta, optimizacija sinteze in tehnološkega procesa); Raziskave na področju tehnologije priprave melaminskih pen (nov produkt in tehnologija); Študij kemijske kinetike vulkanizacije različnih gumenih zmesi in modeliranje; Študij prenosa toplote med vulkanizacijo različnih gumenih zmesi in modeliranje; Testiranje mehanskih lastnosti gume in gumenih kompozitov; Polimeri iz obnovljivih virov. Uporaba: Melamin d.d., Nafta Petrochem d.o.o., Aero d.d., Veyance Technologies Europe d.o.o., Krka d.d.. Sodelovanje s tujimi partnerji: Bilaterali Slovenija-Rusija (2009) in Slovenija- Madžarska (2009-2011).

Biokemijsko inženirstvo: Opis raziskovanja: Kontinuirni proces biotransformacije steroidov; Ekstrakcija steroidov v mikroreaktorju; Biokatalitske reakcije v mikroreaktorju; Študij encimsko katalizirane sinteze izoamil acetata; Optimizacija tehnološkega postopka vodenja kultivacije farmacevtsko aktivne glivine biomase (basidiomicete za farmacevtsko aktivne produkte, tehnologija produkcije, izolacija in čiščenje); Biosinteze ekstra in intracelularnih učinkovin s submerzno kultivacijo in kultivacijo glivine biomase na trdnem gojišču; Gojenje *Grifole frondose* na sekundarnih surovinah kmetijske in lesno predelovalne industrije na eksperimentalni farmi gob; Izolacija in purifikacija glivinih polisaharidov; Testiranje aktivnosti indukcije citokinov na človeških celičnih linijah. Uporaba: Lek d.d. Sodelovanje s tujimi partnerji: Bilaterale Slovenija-Kitajska (2009-2011), Slovenija-Bolgarija (2009-2011), Slovenija-Portugalska (2009-2011), Slovenija-Avstrija (2011-2013), FP7-312148 BIOINTENSE, FP7-608104 EUROMBR

Ekološko inženirstvo: Opis raziskovanja: Raziskave na področju bioremediacije; Nitrifikacija v biološkem reaktorju s pritrjeno biomaso; Biološki in fizikalno-kemijski postopki čiščenja odpadnih vod (kinetika razgradnje izbranega polutanta, prenos v reaktor z rotirajočimi diski, optimizacija, poskusi v realnih pogojih); Napredni oksidacijski procesi za odstranjevanje biološko stabilnih

nevarnih organskih onesnaževal iz odpadnih vod (potrditev uporabnosti oksidacijskih procesov za čiščenje izcednih vod); Razvoj novih kroničnih strupenostnih testov z organizmom *Artemia salina*; Razvoj strupenostnih testov z višjimi rastlinami z merjenjem encimskih odzivov; Okoljski vplivi različnih ionskih tekočin kot sodobnih topil in reakcijskih medijev (ionske tekočine, evtektična topila); Razgradnja in kompostiranje bioplastike v realnih pogojih. Uporaba: Lek d.d., DARS d.d.-Družba za avtoceste RS Sodelovanje s tujimi partnerji: Bilaterale Slovenija-Slovaška (2009-2010), Slovenija-ZDA (2011-2013), Slovenija-Slovaška (2011-2013), Slovenija-Romunija (2012-2014).

Najpomembnejši rezultati iz omenjenih raziskav so objavljeni v izvirnih znanstvenih člankih (110), preglednem članku, strokovnih člankih (5) ter v objavljenih znanstvenih prispevkih na konferencah (98, od tega 14 vabljenih predavanj); Objavljeni povzetki znanstvenega prispevka na konferencah (6 vabljenih predavanj, 105 drugih prispevkov); Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji (12); Končna poročila za uporabnike (33); Patenti (4).

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

SLO

Do 2012 so bile v celoti realizirane študije:

- modeliranje dvofaznega toka mešljivih in nemešljivih fluidov v mikrokanalih, numerična analiza nelinearnih sistemov za mikroreaktorje nepravilnih oblik, integracija naprav.
- kinetika biotransformacijskih procesov z raztopljenimi in imobiliziranimi biokatalizatorji v mikroreaktorju brez in z uporabo ionskih tekočin, razvoj encimskih in celičnih imobilizacijskih tehnik za mikrokanale, modeliranje in optimizacija procesov v mikroreaktorju.
- izpopolnitev baze podatkov hidrodinamskih parametrov raztopin s poudarjeno elastično komponento, karakterizacija reoloških lastnosti ne-Newtonskih medijev, razvoj in vpeljava eksperimentalne tehnike snemanja časovno odvisnih 3D eksperimentalnih podatkov hidrodinamskih parametrov ter hitrosti snovnega transporta v dvofaznih sistemih.
- reološki modeli za opis strižno odvisnega obnašanja reološko kompleksnih tekočin na osnovi eksperimentalnih podatkov, uporaba reoloških podatkov pri študiju notranje strukture v heterogenih sistemih.
- membrane za nanofiltracijo glede na topljenec in topilo, testi obstojnosti membrane, analitske metode, raziskave fluksov in zadrževalnih faktorjev.
- nanokompozitne gumene zmesi: kinetika vulkanizacije in prenos toplote med vulkanizacijo ter njuno modeliranje, lastnosti zmesi v odvisnosti od sestave in načina priprave, matematično modeliranje viskoelastičnih lastnosti zmesi.
- nanokompozitna mikrosferna akrilatna PSA lepila: razvoj, lastnosti v odvisnosti od sestave, optimizacija sestave in lastnosti
- radiacijsko zamrežljiva PSA lepila: sinteza v laboratorijskem šaržnem reaktorju in lepil z ustreznimi aplikativnimi lastnostmi.
- mikroinkapsulacija: sestava in lastnosti za izbrane aplikacije.
- transportni pojavi v kultivaciji basidiomicet, glive z ligninolitičnimi aktivnostmi, optimizacija gojišča.

Do konca leta 2014 pa je realiziranih 100% programa dela za obdobje 2012-2014:

- prenos toplote in fluidna dinamika v mikrostrukturiranih napravah, optimizacija in implementacija koncepta "numbering-up", optimizacija stabilnosti biokatalizatorjev v mikroreaktorju, odziv mikrobnega stresa v različnih pogojih.
- nanofiltracija za izbrana topila in membrane: matematično modeliranje, primerjava procesov
- uporaba reoloških podatkov in modelov
- uporaba obnovljivih surovin za sintezo polimerov,
- razvoj in optimizacija kontinuirnega sistema za radiacijsko zamrežljiva PSA lepila, pilotna naprava in matematično modeliranje
- kinetični in transportni pojavi pri mikroinkapsulaciji
- basidiomicete za farmacevtsko aktivne produkte, tehnologija produkcije, izolacija in čiščenje
- kinetika razgradnje izbranega polutanta, prenos v reaktor z rotirajočimi diski, optimizacija, poskusi v realnih pogojih
- potrditev uporabnosti oksidacijskih procesov za čiščenje izcednih vod. Potrditev hipoteze o spremembi koncepta odlaganja odpadkov.
- potrditev vpliva ionskih tekočin in evtektičnih topil na okolje.

- razgradnja in kompostiranja bioplastike v realnih pogojih.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2014⁴

SLO

Ni bilo sprememb.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁵

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	33885701	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Primerjava različnih fizikalno-kemijskih metod za odstranjevanje strupenih snovi iz deponijskih izcednih vod
		ANG	Comparison of different physico-chemical methods for the removal of toxicants from landfill leachate
	Opis	SLO	V članku je predstavljena primerjava različnih postopkov čiščenja močno onesnažene deponijske izcedne vode, ki zaradi strupenosti in slabe razgradljivosti ni primerna za neposredno biološko čiščenje. S postopki prepihanja z zrakom, adsorpcije na aktivno oglje in zeolit klinoptilolit in Fentonovo oksidacijo smo iz nje odstranili različne skupine strupenih snovi. Potrdili smo, da noben izmed postopkov ni dovolj učinkovit za samostojno čiščenje izcedne vode in da za vrednotenje učinkovitosti čiščenja same kemijske analize brez ustreznih biotestov niso dovolj.
		ANG	The paper is focused on investigation of different treatment procedures for the removal of toxic fractions from a landfill leachate, which could not be treated biologically due to its toxicity and persistency. The applied methods were air stripping, adsorption to activated carbon and zeolite clinoptilolite and Fenton oxidation. It has been determined, that no method alone is efficient enough for complete treatment of landfill leachate and that biotests are necessary supplements for complete evaluation of treatment efficiency.
	Objavljeno v	Elsevier Scientific Publ. Co.; Journal of hazardous materials; 2010; Vol. 178, no. 1/3; str. 298-305; Impact Factor: 3.723; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.88; A': 1; A': 1; WoS: IH, IM, JA; Avtorji / Authors: Cotman Magda, Žgajnar Gotvajn Andreja	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
2.	COBISS ID	30820357	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Encimsko katalizirana sinteza izoamil acetata v dvofaznem sistemu ionska tekočina/n-heptan v mikroreaktorju
		ANG	Lipase-catalyzed synthesis of isoamyl acetate in an ionic liquid/n-heptane two-phase system at the microreactor scale
	Opis	SLO	V članku je predstavljen učinkovit pristop k intenzifikaciji encimsko katalizirane sinteze izoamil acetata z uporabo kontinuirno delujočega mikroreaktorja ter dvofaznega sistema topil (1-butil-3-metilpiridinijev dicianamid/n-heptan), ki omogoča in situ ločevanje produkta. Izjemno povečanje produktivnosti encimsko katalizirane esterifikacije je posledica odličnega prenosa snovi v mikrostrukturiranih napravah in razvoja posebnega tokovnega profila izbranega sistema topil v Ψ -oblikovanem mikroreaktorju, ki zagotavlja veliko medfazno površino za potek reakcije in za sočasno ekstrakcijo produkta.
		A continuously operated Ψ -shaped microreactor was used for lipase-catalyzed synthesis of isoamyl acetate in the 1-butyl-3-methylpyridinium dicyanamide/n-heptane two-phase system. At preliminarily selected	

		ANG	conditions the amount of produced isoamyl acetate was almost three-fold better as compared to the intensely mixed batch process. This was mainly a consequence of efficient reaction–diffusion dynamics in the microchannel system, where the developed flow pattern comprising of intense emulsification provided a large interfacial area for the reaction and simultaneous product extraction.
	Objavljeno v		Royal Society of Chemistry; Lab on a chip; 2009; Vol. 9, no. 23; str. 3385-3390; Impact Factor: 6.342; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.488; A': 1; WoS: CO, DY, NS; Avtorji / Authors: Pohar Andrej, Plazl Igor, Žnidaršič Plazl Polona
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	36262917	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Z medfaznim prenašalcem katalizirana esterifikacija: modeliranje in eksperimentalne raziskave v mikroreaktorju s paralelnim tokom
		ANG	Phase transfer catalyzed esterification
	Opis	SLO	Dvofazno Wittigovo reakcijo, PTC-esterifikacijo tekoče-tekoče med reaktantoma med 4-t-butilfenolom v vodni fazi in 4-metoksibenzoil kloridom v organski fazi, smo izvajali v cevnem mikroreaktorju pri stabilnem paralelnem tokovnem režimu. Uporabili smo fazni prenašalec (PTC) tetrabutylamonijev bromid. Mikroreaktorji omogočajo zagotavljanje natančno določenih in ponovljivih tokovnih režimov, kar je v primerjavi s standardnimi šaržnimi reaktorji velika prednost pri kvantitativnem preučevanju kinetike in prenosa snovi. Da bi proučili in napovedali potek PTC-esterifikacije, smo razvili matematični model, ki upošteva konvekcijo v smeri toka (z), difuzijo v smereh x, y in z ter reakciji v organski in vodni fazi. Ugotovili smo, da je skupna hitrost kemijske reakcije veliko višja, kot jo napoveduje matematični model. Na fazni meji se namreč zaradi prehajanja faznega prenašalca med fazama pojavijo medfazna nihanja in turbulence, ki povzročijo hitrejši prenos snovi prek fazne meje. Z upoštevanjem omenjenega pojava smo uvedli koeficient povečane hitrosti snovnega transporta E. Ta pove, za kolikokrat se poveča hitrost snovnega transporta prek fazne meje pri različnih skupnih pretokih. Ugotovili smo, da je največja nestabilnost na medfazni površini oziroma največji E dosežen pri najmanjšem pretoku, pri katerem je paralelni tok še vedno stabilen. S korelacijo, ki napove, za kolikokrat se poveča hitrost snovnega transporta prek fazne meje pri različnih skupnih pretokih, smo dosegli dobro ujemanje rezultatov simulacij z eksperimentalnimi vrednostmi.
		ANG	A liquid–liquid phase transfer catalyzed (PTC) esterification reaction of 4-t-butylphenol in aqueous phase (1 M sodium hydroxide solution) and 4-methoxybenzoyl chloride in organic phase (dichloromethane) in a microchannel under parallel laminar flow conditions was studied in this work. Tetrabutylammonium bromide was used as the PTC. Stable liquid–liquid hydrodynamic flow and a defined specific interfacial area in a microreactor offer considerable benefits over conventional batch reactors and are crucial to study interactions between kinetics and mass transfer effects. Mentioned features were used to develop a 3D mathematical model considering convection in the flow direction, diffusion in all spatial directions, and reactions in organic and aqueous phases. Results have shown a much higher mass transfer rate of the PTC between both phases as the one predicted by the 3D mathematical model. It may be assumed that the instability of parallel flow, along with the mass transfer of catalyst between both phases, causes rippling and erratic pulsation at the interface which then leads to interfacial convection and increased mass transfer rates. With a proposed correlation for mass transfer enhancement due to interfacial convection, all the experimental data were successfully predicted by the model.

	Objavljeno v	Springer; Microfluidics and nanofluidics; 2013; Vol. 14, no. 3/4; str. 489-498; Impact Factor: 2.665; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.432; A': 1; WoS: NS, OA, UF; Avtorji / Authors: Šinkovec Ervin, Pohar Andrej, Krajnc Matjaž	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	36649733	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Optimizacija procesa sinteze statinskega intermedata kataliziranega z encimom 2-deoksiriboze-5-fosfat aldolaze v obliki surovega lizata
		ANG	Optimization of a crude DERA lysate-catalyzed process in synthesis of statin intermediates
	Opis	SLO	Preučevana je bila encimsko katalizirana reakcija sinteze statinskega intermedata, kjer je bil kot encim uporabljen 2-deoksiriboza-5-fosfat aldolaza (DERA) v obliki surovega lizata. Pri reakciji sta bila kot reaktanta uporabljena acetoksiacetaldehid in acetaldehid. Reakcije so bile izvedene pri različnih režimih dodajanja obeh reaktantov. Najvišja koncentracija želenega glavnega produkta ((2S,4R)-4,6-dihidroksitetrahydro-2Hpiran-2-il) metil acetata je bila dosežena s spremembo obratovanja reaktorja iz šaržnega v polšaržni način in je znašala 77 g/L. Pri tem je bila v primeru polšaržnega obratovanja pomembna tudi sama hitrost dodajanja reaktantov v reakcijsko mešanico zaradi njunega vpliva na inhibicijo encima. Celoten proces je zasnovan tako, da se ga lahko aplikativno uporabi tudi na industrijskem nivoju.
		ANG	A process for providing intermediate compounds as building blocks for effectively producing statins is described. The presented process is based on acetoxyacetaldehyde and acetaldehyde as substrates, which are presented in an aldol reaction catalyzed by a crude deoxyribose-5-phosphate aldolase (DERA) expressing culture lysate. Different addition regimes of both reactants into a reaction mixture were applied. For the highest concentration of product ((2S,4R)-4,6-dihydroxytetrahydro-2H-pyran-2-yl)methyl acetate, in the presented crude DERA expressing culture lysate-catalyzed reaction used further in the production of statins, the best addition time of reactants is described. Improved process conditions and reactants' feeding regime were achieved by converting a batch reaction to a fed-batch process, reaching the highest concentration of product ((2S,4R)-4,6-dihydroxytetrahydro-2H-pyran-2-yl)methyl acetate near 77 g/L. The complete process was designed in a practical and economical manner and could be used further on an industrial scale.
	Objavljeno v	American Chemical Society; Royal Society of Chemistry; Organic process research & development; 2013; Vol. 17, no. 5; str. 854-862; Impact Factor: 2.549; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.666; A': 1; WoS: DW, EE; Avtorji / Authors: Ručigaj Aleš, Krajnc Matjaž	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	34739717	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Anionska polimerizacija oktametilciklotetrasiloksana v emulziji nad kritično mcelno koncentracijo
		ANG	Anionic ring-opening polymerization of octamethylcyclotetrasiloxane in emulsion above critical micelle concentration
			Raziskovali smo šaržno anionsko polimerizacijo z odpiranjem monomernega obroča v emulziji. Za monomer smo uporabili oktametilciklotetrasiloksan. Kot emulgator smo uporabili kationski emulgator, heksadecitrimetilamonijev bromid ter neinoski emulgator, sekundarni alkohol etoksilat. Koncentracija uporabljenih emulgatorjev je bila nad kritično micelno koncentracijo. Raziskovali smo vpliv koncentracije emulgatorjev, vpliv razmerja med neionskim in kationskim emulgatorjem

Opis	SLO	ter vpliv razmerja med kationskim emulgatorjem in iniciatorjem (KOH) na kinetiko polimerizacije, povprečno velikost delcev in porazdelitev velikosti delcev ter na povprečno molekulsko maso in porazdelitev molekulskih mas. Na začetku polimerizacije imamo v emulziji prisotne proste micelle emulgatorjev, aktivne micelle oz. polimerne delce ter monomerne kapljice. Transport monomera iz monomernih kapljic k prostim micelam smo potrdili z dokazanim izginevanjem monomernih kapljic in prostih micel ter z dokazanim nastajanjem manjših delcev. Ugotovili smo, da je transport monomera iz monomernih kapljic v polimerne delce zanemarljiv, saj med polimerizacijo nismo opazili naraščanja povprečne velikosti polimernih delcev. Na podlagi rezultatov povprečnih velikosti delcev, smo zaključili, da pri nižjih konverzijah izrazito poteka difuzija monomera iz notranjosti polimernih delcev k površini delcev, med tem ko pri visokih konverzijah prevladuje difuzija monomera iz večjih v manjše polimerne delce. Ugotovili smo, da koncentracija emulgatorjev, razmerje med neionskim in kationskim emulgatorjem ter razmerje med kationskim emulgatorjem in iniciatorjem, pomembno vplivajo na kinetiko polimerizacije ter na povprečno molekulsko maso. Kationski emulgator ima v sistemu dvojno funkcijo. Poleg zagotavljanja stabilnosti emulzije, skrbi tudi za iniciacijo, zato njegova koncentracija v sistemu pomembno vpliva na kinetiko polimerizacije.
	ANG	Batch anionic ring-opening polymerization of octamethylcyclotetrasiloxane in emulsion using nonionic and cationic emulsifiers was studied. The concentration of emulsifiers was set above their critical micelle concentration. Effects of emulsifier concentration, nonionic/cationic emulsifier ratio and cationic emulsifier/initiator (KOH) ratio on the kinetics, average particle size and distribution and on the average molecular weight and distribution were investigated and discussed. At the beginning of the polymerization, empty micelles, active micelles (polymer particles) and monomer droplets co-exist in emulsion. The transport of monomer from monomer droplets towards empty micelles was confirmed by monomer droplets and empty micelles disappearance and by formation of smaller particles. The transport of monomer from monomer droplets towards polymer particles was not confirmed, since the average polymer particle size did not increase during polymerization. It was proposed, that at lower conversions, monomer diffuse from polymer particle interior to particle surface, while at higher conversions, the monomer diffuse from larger to smaller polymer particles. Emulsifier concentration, nonionic/cationic emulsifier ratio and cationic emulsifier/KOH ratio have an evident effect on the kinetics and on the average molecular weight, thus demonstrating that cationic emulsifier participates to the initiation reaction.
	Objavljeno v	Butterworth Scientific Limited; Polymer; 2011; Vol. 52, no. 5; str. 1234-1240; Impact Factor: 3.438; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.978; A': 1; WoS: UY; Avtorji / Authors: Mohorič Ines, Šebenik Urška
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine⁶

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	5121818	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Modificiran bitumen in njegova uporaba za pripravo asfaltnih zmesi in drugih bitumenskih produktov
		ANG	Modified bitumen and its use for preparing asphalt mixtures and bituminous products

Opis	SLO	Patent vsebuje navodila za pripravo bitumenskih veziv, modificiranih z odpadnim prahom PMMA/ATH, opisuje primerne količine dodatkov bitumnu in načine uporabe modificiranega veziva v asfaltnih zmesih ter pogoje »suhega« postopka priprave asfaltnih zmesi.	
	ANG	Patent includes guidelines of preparation protocols for bitumen modification with waste PMMA/ATH powder, describes proper amounts of additives in bitumen and application methods of modified binders in asphalt mixtures. "Wet" and "dry" protocols of asphalt preparation are also described.	
Šifra	F.33 Patent v Sloveniji		
Objavljeno v	Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino; 2013; 7 str.; Avtorji / Authors: Tušar Marjan, Beličič Andrej, Prešeren Marijan, Šušteršič Ema, Novič Marjana, Zupančič-Valant Andreja		
Tipologija	2.24 Patent		
2.	COBISS ID	14086149	Vir: vpis v poročilo
Naslov	SLO	Glavni urednik mednarodne znanstvene revije	
	ANG	Editor-in-chief of an international scientific journal	
Opis	SLO	Acta chimica slovenica. Pavko, Aleksander (glavni urednik 2006-, gostujoči urednik 2010). [Tiskana izd.]. Ljubljana: Slovensko kemijsko društvo: =Slovenian Chemical Society, 1993-. ISSN 1318-0207. http://acta.chem-soc.si/ . [COBISS.SI-ID 14086149]	
	ANG	Acta chimica slovenica. Pavko, Aleksander (editor in chief 2006-, guest editor 2010). [Tiskana izd.]. Ljubljana: Slovensko kemijsko društvo: =Slovenian Chemical Society, 1993-. ISSN 1318-0207. http://acta.chem-soc.si/ . [COBISS.SI-ID 14086149]	
Šifra	C.04 Uredništvo mednarodne revije		
Objavljeno v	Acta Chimica Slovenica		
Tipologija	4.00 Sekundarno avtorstvo		
3.	COBISS ID	33557509	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Postopek uporabe temperaturnega šoka na vcepku vinskih kvasovk <i>Saccharomyces cerevisiae</i> za povišanje produkcije glicerola v alkoholni fermentaciji vinskega mošta	
	ANG	Application of the temperature shock on <i>Saccharomyces cerevisiae</i> wine yeast inoculum for increasing the glycerol in grape must alcohol fermentation.	
Opis	SLO	S patentom smo zaščitili razviti postopek uporabe temperaturnega šoka na vcepku vinskih kvasovk <i>Saccharomyces cerevisiae</i> za povišanje produkcije glicerola v alkoholni fermentaciji vinskega mošta. Uporabo temperaturnega šoka pri 45° C na suspenziji vcepka vinskih kvasovk <i>Saccharomyces cerevisiae</i> omogoča selekcijo preživelih celic, ki za zaščito svojega redoks potenciala proizvajajo do 100 % višje količine glicerola, višjega alkohola, ki vinu daje večjo polnost in ekstraktnost in prispeva k višji kakovosti vina.	
	ANG	Developed process for application of the temperature shock on <i>Saccharomyces cerevisiae</i> wine yeast inoculum for increasing the glycerol in grape must alcohol fermentation was patented. Temperature shock on the inoculum of wine yeast suspension cells at 45 ° C enables selection that the survived cells possess the ability for balancing their redox potential state producing up to 100% higher amount of glycerol - redox protective substance that significantly contributes to higher quality wines.	
Šifra	F.33 Patent v Sloveniji		
Objavljeno v	Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino; 2011; 9 str.; Avtorji / Authors: Berovič Marin, Herga Marko, Pivec Aleksandra, Čelan Štefan		

	Tipologija	2.24 Patent	
4.	COBISS ID	252678656	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	IMTB 2010
		ANG	IMTB 2010
	Opis	SLO	Organizacija mednarodne tematske konference Vpeljava mikroreaktorske tehnologije v biotehnologijo (Implementation of Microreactor Technology into Biotechnology) , Ljubljana, 29-30.September 2010 (koordinatorka konference: Polona Žnidaršič Plazl)
		ANG	Organization of International Thematic Conference Implementation of Microreactor Technology into Biotechnology, Ljubljana, September 29-30, 2010 (Conference Coordinator: Polona Žnidaršič Plazl)
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja	
	Objavljeno v	Faculty of Chemistry and Chemical Technology; 2010; 1 optični disk (CD-ROM); Avtorji / Authors: Žnidaršič Plazl Polona, Cvjetko M., Pohar Andrej, Stojkovič Gorazd	
Tipologija	2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci		
5.	COBISS ID	24285223	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Postopek magnetnega izločanja kvasne biomase iz penečega vina
		ANG	Method for Saccharomyces bayanus yeast cells separation from sparkling wine
	Opis	SLO	Razvita je bila nova metoda za hitro magnetno separacijo vinskih kvasovk Saccharomyces bayanus kvasovk iz klasične sekundarne fermentacije penine. Na površini membran vinskih kvasovk so bile imobilizirani superparamagnetni nanodelcev železovega oksida maghemitnih (γ - Fe ₂ O ₃), prevlečeni s tanko plastjo silike in ammoetilamino propilmetilidimetosi silanom (APMS). Terminalne amino skupine molekul APMS zagotavljajo pozitiven naboj površine magnetnih delcev in spodbujanje njihove elektrostatične absorpcije na negativno nabiti površini membran kvasnih celic . Preučevali smo vpliv magnetnih nanodelcev na metabolizem kvasovk kakor tudi mehanizem ločevanja biomase kvasovk v magnetnem polju. Optimalno masno razmerje med magnetnimi nanodelci in vinskimi kvasovkami je bilo 1:10 . Skeniranje in transmisijska elektronska mikroskopija sta pokazala, da so ostali magnetni nanodelci pritrjeni na površini mikrobnih celic tudi po fermentaciji . Rezultati kemične analize so pokazale, da se poleg hitrejše mikrobne kinetike ni bilo nobenih drugih vplivov na celični metabolizem . Isti rezultat je bil potrjen v senzoričnimi analizami penečega vina . Ločevanje odpadle namagnetena celične biomase poteka z uporabo relativno šibko magnetno poljska gradienta v vratu steklenice v približno 15 minutah.
		ANG	A novel method for the rapid magnetic separation of Saccharomyces bayanus yeast cells from sparkling wine was developed. The wine yeast cells were made responsive to a magnetic field by the absorption of superparamagnetic nanoparticles of iron oxide maghemite (γ -Fe ₂ O ₃) coated with a thin layer of silica and grafted with (aminoethylamino) propylmethyldimethoxy silane (APMS). The terminal amino groups of the APMS molecules provide a positive charge on the nanoparticles' surfaces and promote their electrostatic absorption onto the negatively charged surfaces of the yeast cells. The influence of the magnetic nanoparticles on the yeast metabolism, as well as the separation of the magnetized yeast cells' biomass in the magnetic field was studied. The optimal mass ratio between the magnetic nanoparticles and the wine yeast was determined to be 1:10. Scanning and transmission electron microscopy showed that the

		magnetic nanoparticles remained fixed at the microbial cell surfaces, even after fermentation. The results of the chemical analysis showed that besides the faster microbial kinetics there were no other influences on the cell metabolism. The same results were confirmed in sensorial analyses of the sparkling wine. The separation of the magnetized waste yeast biomass into the neck of the bottle using a relatively weak magnetic-field gradient can be successfully completed in approximately 15 minutes.
Šifra	F.33	Patent v Sloveniji
Objavljeno v	Urad RS za intelektualno lastnino; 2012; Avtorji / Authors: Berovič Marin, Makovec Darko, Bošković Suzana	
Tipologija	2.24	Patent

8. Drugi pomembni rezultati programske skupine²

--

9. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Rezultati raziskovalnega programa so doprinos k temeljnemu znanju s področja kemijskega inženirstva.

ANG

Results of research program contribute to the basic knowledge in the field of chemical engineering.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Raziskave na področju kemijskega inženirstva so pripomogle k razvoju vrste produktov in izdelkov v slovenskih podjetjih, k usposobljenosti kadrov ter dvigu kvalitete ter celovite prenove študijskega programa Kemijsko inženirstvo na Univerzi v Ljubljani.

ANG

Research in the field of chemical engineering have contributed to the development of many new products in the slovenian companies, the competency of staff and improvement of quality, and comprehensive renovation of study program of Chemical Engineering at the University of Ljubljana.

10. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2009-31.12.2014¹¹

10.1. Diplome¹²

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	45
bolonjski program - II. stopnja	4
univerzitetni (stari) program	197

10.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti¹³

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
33163	Martin Lubej	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

36313	Gabriela Kalčikova	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
29746	Branko Alič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
30694	Gorazd Stojkovič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31994	Ervin Šinkovec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35743	Blaž Skubic	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
26545	Janja Babič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31951	Matjaž Berlot	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29280	Ines Mohorič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
29399	Andrej Pohar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28443	Mirjan Švagelj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19788	Jožica Habijanič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Marjetka Levstek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Jana Nakrst	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
31353	Mojca Premuš	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Nastja Zupan	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
15017	Jožef Gyurkač	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Željko Kovačevič	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

Mag. - Znanstveni magisterij**Dr.** - Doktorat znanosti**MR** - mladi raziskovalec**11. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju¹⁴**

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
33163	Martin Lubej	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod	
30694	Gorazd Stojkovič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	F - Drugo	
31994	Ervin Šinkovec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
26545	Janja Babič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	F - Drugo	
29399	Andrej Pohar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod	
28443	Mirjan Švagelj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	F - Drugo	
31951	Matjaž Berlot	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	F - Drugo	

Legenda zaposlitev:

A - visokošolski in javni raziskovalni zavodi**B** - gospodarstvo**C** - javna uprava**D** - družbene dejavnosti**E** - tujina**F** - drugo**12. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2009-31.12.2014**

Šifra		Število	
-------	--	---------	--

raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	mesecev	
24456	Jernej Kajtna	A - raziskovalec/strokovnjak	12	
36313	Gabriela Kalčíkova	C - študent - doktorand	36	
0	Marija Nujić	C - študent - doktorand	3	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A** - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B** - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
- C** - študent - doktorand iz tujine
- D** - podoktorand iz tujine

13. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2014¹⁵

SLO

FP7-312148 *BIOINTENSE - Mastering bioprocess integration and intensification across scales*
Nosilka na UL: P. Žnidaršič Plazl

FP7-608104 *EUROMBR - European network for innovative microbioreactor applications in bioprocess development*; Nosilka na UL: P. Žnidaršič Plazl

Bilateralna sodelovanja:

1. Slovenija - Slovaška (2009-2010): Metodologija vrednotenja izboljšanja sposobnosti biološkega čiščenja močno onesnaženih odpadnih vod s kemijskimi postopki. Nosilec: A. Žgajnar Gotvajn.
2. Slovenija - Kitajska (2009-2011): Produkcija farmacevtsko aktivnih spojin *Grifola frondoza* s postopkom gojenja na trdnem in tekočem gojišču. Nosilec: M. Berovič.
3. Slovenija - Bolgarija (2009-2011): Mikrobiološke transformacije steroidov v sistemu mikrokanalov. Nosilec: P. Žnidaršič Plazl
4. Slovenija - Rusija (2009): Principi reoloških in mehanskih lastnosti lepil in tesnilnih mas za avtoindustrijo. Nosilec: M. Krajnc
5. Slovenija - Madžarska (2009-2011): Kompoziti guma/poliuretana/nanopolnilo: Struktura in lastnosti. Nosilec: U. Šebenik.
6. Slovenija - Ciper (2009-2010): Pretočnost modelnih telesnih tekočin skozi žile in srčne poti. Nosilec: A. Zupančič-Valant.
7. Slovenija - ZDA (2011-2013): Odstanjanje hormonskih motilcev (EDC) iz odpadnih vod z naprednimi oksidacijskimi procesi (AOP). Nosilec: A. Žgajnar Gotvajn.
8. Slovenija - Avstrija (2011-2013): Spremljanje bioprocsov v mikrofluidnih napravah. Nosilec: I. Plazl.
9. Slovenija - Portugalska (2009-2011): Implementacija mikrostrukturiranih naprav v procese biotransformacij in bioesparacij. Nosilec: I. Plazl.
10. Slovenija - Slovaška (2011-2013): Razgradnje izbranih škodljivih snovi z ozonizacijo. Nosilec: A. Žgajnar Gotvajn.
11. Slovenija - Ciper (2011-2013): Pretočnost krvi z različno vsebnostjo kisika. Nosilec: A. Zupančič-Valant.
12. Slovenija - Romunija (2012-2014): Odstanjanje nevarnih onesnaževal iz deponijskih izcednih vod z naprednimi oksidacijskimi procesi. Nosilec: A. Žgajnar Gotvajn.

Drugo:

1. Mednarodno znanstveno sodelovanje, ki ga financira Nacionalna fundacija za znanost, visoko šolstvo in tehnološki razvoj Republike Hrvatske - raziskovalni projekt: Sinteza ionskih tekočin in biotransformacije s temi topili v mikroreaktorjih. Nosilec: P. Žnidaršič Plazl (2009-2010).
2. Erasmus Teaching Exchange, Brno University of Technology, Brno, Czech Republic. A. Žgajnar Gotvajn (2010).
3. Erasmus Teaching Exchange, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim,

Norway. A. Žgajnar Gotvajn (2010).

4. Mentorica srednješolske ekipe na 3. mednarodni projektni olimpijadi raziskovalnih nalog s področja trajnostnega razvoja: energija, inženirstvo in okolje, Huston, ZDA. A. Žgajnar Gotvajn (2010).

5. Erasmus Teaching Exchange, Gediminus Technical University, Vilnius, Lithuania. A. Žgajnar Gotvajn (2011).

6. Mentorica srednješolske ekipe na mednarodnem srečanju mladih raziskovalcev s področja naravoslovnih znanosti YRons: *Planet of fire and water: equilibriums and alterations in chemistry and in our everyday*, Genech, France. A. Žgajnar Gotvajn (2011-2012).

7. Erasmus teaching exchange, Slovak Technical University, Bratislava, Slovak Republic. A. Žgajnar Gotvajn (2011).

8. FKKT koordinatorka IP Erasmus programa Zelena kemija. A. Žgajnar Gotvajn (2012-2015).

14. Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v obdobju trajanja raziskovalnega programa (1.1.2009–31.12.2014) potekali izven financiranja ARRS¹⁶

SLO

1. Inkapsulacija (2009-2010)

Nosilec: M. Krajnc

Financer: Melamin d.d.

2. Raziskave in razvoj na področju formaldehidnih smol (2009)

Nosilec: M. Krajnc

Financer: Nafta Petrochem d.o.o.

3. Raziskave na področju membranskih separacijskih tehnik (2009)

Nosilec: A. Pavko

Financer: Lek d.d.

4. Anaerobna soobdelava odpadne farmacevtske brozge – micelija s travno-koruzno silažo in svinjsko gnojevko (2009)

Nosilec: J. Zagorc-Končan

Financer: Lek d.d.

5. Optimiranje delovanja komunalnih naprav z dodatkom bioaktivnih preparatov (2009)

Nosilec: A. Žgajnar Gotvajn

Financer: DARS d.d. - Družba za avtoceste RS

6. Razvoj novega materiala za jedro panela iz ekspandiranega perlita – faza V (2009-2011)

Nosilec: I. Plazl

Financer: Trimo Trebnje d.d.

7. Izvedba študij za projektiranje, ekonomiko, tehnologije in varovanje okolja: Vpliv zamenjave kamene moke s hidratiziranim apnom v asfaltnih zmesih za obrabne in zaporne plasti (2009)

Nosilec: A. Zupančič Valant

Financer: DARS d.d. – Družba za avtoceste RS

8. PSA lepila (2010-2012)

Nosilec: M. Krajnc

Financer: Aero d.d.

9. Aplikativne raziskave na področju adsorpcije (2010-2012)

Nosilec: A. Pavko

Financer: Lek d.d.

10. Študij, razvoj in optimizacija "flow" reakcij. (2012)

Nosilec: M. Krajnc

Financer: Lek d.d.

11. Podpora pri implementaciji bioreaktorskih sistemov za enkratno uporabo v zgodnjo fazo razvoja bioloških zdravil. (2012-2013)

Nosilec: A. Pavko
Financer: Lek d.d.

12. Proces izboljšave testa raztapljanja in vpliv hidrodinamskih ter zunanjih pogojev na test in vrednotenje učinkovine. (2012)

Nosilec: A. Pavko in J. Golob
Financer: Lek d.d.

13. Študij transportnih pojavov izolacijskih plošč (2012-2013)

Nosilec: I. Plazl
Sofinancer: TIGR, UL FGG

14. Raziskave procesa depolimerizacije (2012-2013)

Nosilec: I. Plazl
Sofinancer: Julon d.d.

15. Vrednotenje polimernih materialov (2013)

Nosilec: M. Krajnc
Financer: Krka d.d.

15. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov raziskovalnega programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹²

SLO

Rezultati, ki se že implementirajo v praksi in rezultati z realnimi možnostmi implementacije:

- V Melaminu d.d. je postavljena industrijska linija za proizvodnjo melaminsko-formaldehidnih pen. Tam potekajo tudi aktivnosti za vpeljavo nove tehnologije proizvodnje mikrokapsul.
- Velika večina rezultatov iz področja razvoja PSA lepil je implementiranih v Aero d.d.. Proizvajajo se (nanokompozitna) PSA lepila, ki so bila razvita v okviru programa, potekajo zadnje raziskave za vpeljavo tehnologije UV zamrežljivih lepil. Enako pričakujemo tudi za rezultate najnovejših raziskav.
- V Nafti Petrochem d.o.o. so na osnovi rezultatov raziskav izboljšali proizvodni proces in karakteristike njihovih produktov
- V Trimu d.d. so optimizirali proizvodnjo novega materiala za jedro panela iz ekspandiranega perlita
- V Veyance Technologies Europe d.o.o. v proizvodnem procesu proizvajajo nove gumene zmesi in upoštevajo rezultate raziskav kinetike vulkanizacije in prenosa toplote med vulkanizacijo, lastnosti gumenih zmesi v odvisnosti od sestave in načina priprave ter rezultate matematičnega modeliranja omenjenih procesov in lastnosti.
- Reologija: Raziskovali smo vpliv zamenjave kamene moke s hidriranim apnom v asfaltnih zmesih (Naročnik DARS). Ugotovili smo, da so mehanske lastnosti asfaltni zmesi ustrezne in da hidrirano apno ugodno vpliva na utrjevanje bitumna v fazi proizvodnje. Obe proizvedeni asfaltni zmesi smo vgradili na preskusnem polju (Dobrava pri Ljubljani). Rezultati preizkusa na vzorcih vrtin kažejo, da H-apno ugodno vpliva na stopnjo tvorjenja kolesnic. Optimizacija sestave asfaltni zmesi z uporabo odpadnega prahu PMMA/ATH je pokazala zelo obetavne rezultate, zato smo postopke patentirali. Uporabno vrednost pri razvoju in izvedbi testiranj za karakterizacijo bitumenskih veziv imajo tudi novi merilni postopki in način analize rezultatov, ki omogočajo opredeliti načine »utrjevanja« bitumenskih veziv pod obremenitvijo.
- Iz rezultatov na področju mikroreaktorske tehnologije je razvidna smiselnost razvoja procesov, ki dajejo bistveno boljše produktivnosti kot v klasičnih reaktorjih.
- Razvili smo stopenjski celični model kolone z mehurčki, ki je na podlagi simulacij povezal parametra celičnega modela z parametri aksialno-disperznega modela. Eksperimentalne raziskave so bile namenjene evalvaciji nove tehnike izolacije farmacevtske učinkovine (LEK Sandoz) in so bile usmerjene v pridobivanje kinetičnih, adsorpcijskih in hidrodinamskih parametrov v kolonah s fluidiziranim slojem v realnih industrijskih brozgah ne-newtonskega tipa.
- Izdelava novega tržnega produkta – proteinsko obogatenih imunostimulativnih dodatkov

živalski krmi za povišanje imunske sposobnosti gojenih živali v farmah ali marinah, brez antibiotikov.
 - Rezultati s področja okoljskega inženirstva se lahko implementirajo pri načrtovanju in vodenju sodobnih deponij, ki morajo biti v skladu z novo zakonodajo na področju trajnostnega ravnanja z odpadki.

16. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	EUR
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁸	

17. Izjemni dosežek v letu 2014¹⁹

17.1. Izjemni znanstveni dosežek

17.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni;
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki;
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci raziskovalnega programa.

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
matične RO (JRO in/ali RO s
koncesijo):*

in

vodja raziskovalnega programa:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za
kemijo in kemijsko tehnologijo

Matjaž Krajnc

ŽIG

Kraj in datum:

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/25

¹ Napišite povzetek raziskovalnega programa v slovenskem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11) in angleškem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, v katerem predstavite raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega programa in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. V primeru odobrenega povečanja obsega financiranja raziskovalnega programa v letu 2014 mora poročilo

o realizaciji programa dela zajemati predložen program dela ob prijavi in predložen dopolnjen program dela v letu 2014. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa dela raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v zadnjem letu izvajanja raziskovalnega programa, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, navedite: "Ni bilo sprememb.". Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru izvajanja raziskovalnega programa. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja programa vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru izvajanja raziskovalnega programa. Družbeno-ekonomski dosežek iz obdobja izvajanja programa vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat programa ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega programa iz obdobja izvajanja programa v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki (približno 1/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://www.sicris.si/> za posamezen program, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

¹¹ Upoštevajo se le tiste diplome, magisteriji znanosti in doktorati znanosti (zaključene/i v obdobju 1.1.2009–31.12.2014), pri katerih so kot mentorji sodelovali člani programske skupine. [Nazaj](#)

¹² Vpišite število opravljenih diplom v času izvajanja raziskovalnega programa glede na vrsto usposabljanja. [Nazaj](#)

¹³ Vpišite šifro raziskovalca in/ali ime in priimek osebe, ki je v času izvajanja raziskovalnega programa pridobila naziv magister znanosti in/ali doktor znanosti ter označite doseženo izobrazbo. V primeru, da se je oseba usposabljala po programu Mladi raziskovalci, označite "MR". [Nazaj](#)

¹⁴ Za mlade raziskovalce, ki ste jih navedli v tabeli 11.2. točke (usposabljanje so uspešno zaključili v obdobju od 1.1.2009 do 31.12.2014), izberite oz. označite, kje so se zaposlili po zaključenem usposabljanju. [Nazaj](#)

¹⁵ Navedite naslove projektov in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁶ Navedite naslove projektov, ki ne sodijo v okvir financiranja ARRS (npr: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine idr.) in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁷ Opišite možnosti za uporabo rezultatov v praksi. Opišite izdelke oziroma tehnologijo in potencialne trge oziroma tržne niše, v katere sodijo. Ocenite dodano vrednost izdelkov, katerih osnova je znanje, razvito v okviru programa oziroma dodano vrednost na zaposlenega, če jo je mogoče oceniti (npr. v primerih, ko je rezultat izboljšava obstoječih tehnologij oziroma izdelkov). Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁸ Največ 1.000 znakov vključno s presledki (približno 1/6 strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

¹⁹ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega programa v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki, velikost pisave 11). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)